

## N O T I C E

THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED FROM  
MICROFICHE. ALTHOUGH IT IS RECOGNIZED THAT  
CERTAIN PORTIONS ARE ILLEGIBLE, IT IS BEING RELEASED  
IN THE INTEREST OF MAKING AVAILABLE AS MUCH  
INFORMATION AS POSSIBLE

1. 2 available under NASA sponsorship  
2. interest of early and wide use  
3. function of Earth Resources Survey  
4. a survey in August 1980  
5. the two made together."

80-10109  
CR-162820

Integrated Survey of the Natural Resources  
in the Amazonia National Park (Topajos)  
Based on Landsat Images

(E80-10109) INTEGRATED SURVEYS OF THE  
NATURAL RESOURCES IN THE AMAZONIA NATIONAL  
PARK (TOPAJOS) BASED ON LANDSAT IMAGES  
(Instituto de Pesquisas Espaciais, Sao Jose)  
59 p HC A04/MF A01

N80-23736

Unclassified  
00109

~~DATE: 3-18-80~~  
~~DCAP NO. 102949~~  
PROCESSED BY  
 NASA STI FACILITY  
 ESA-SDS  AIAA

# RESOURCES

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

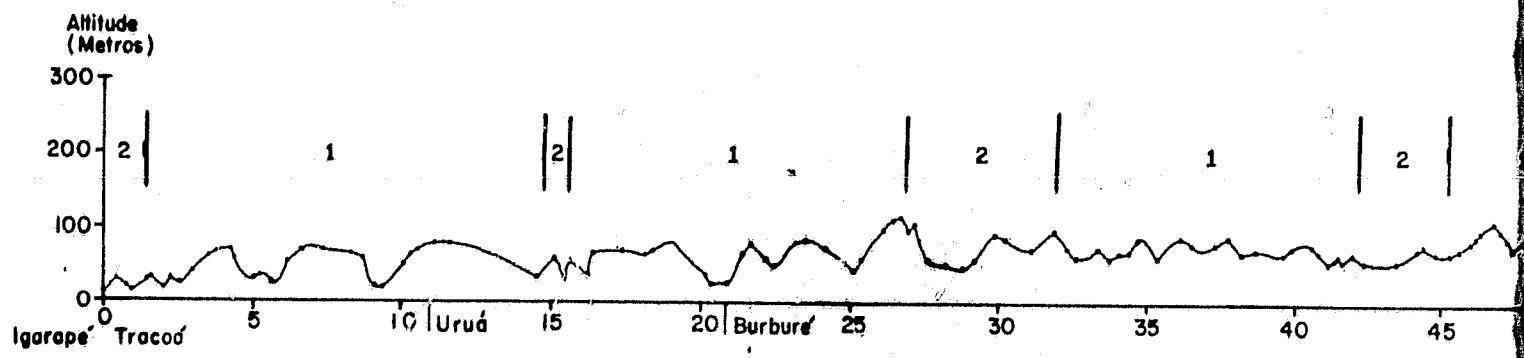


Figura V.3 - Perfil Topográfico

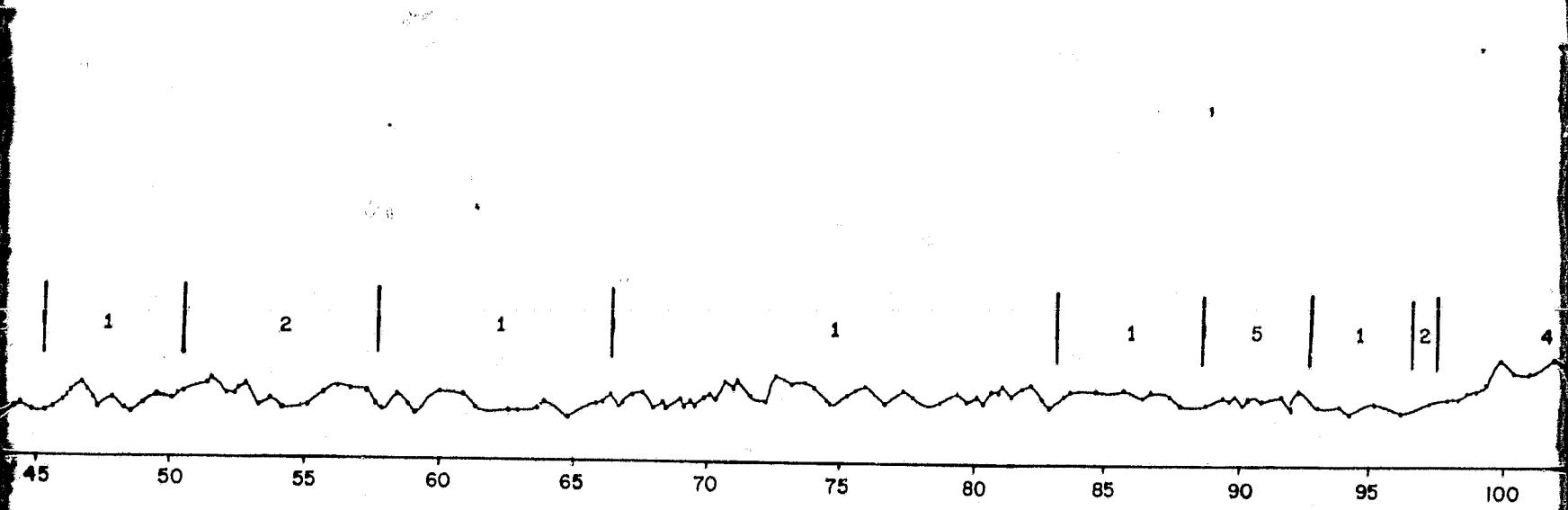
Escala :

Vertical : 1 cm = 100 m

Horizontal : 1 cm = 2 km

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

FOLDOUT FRAME

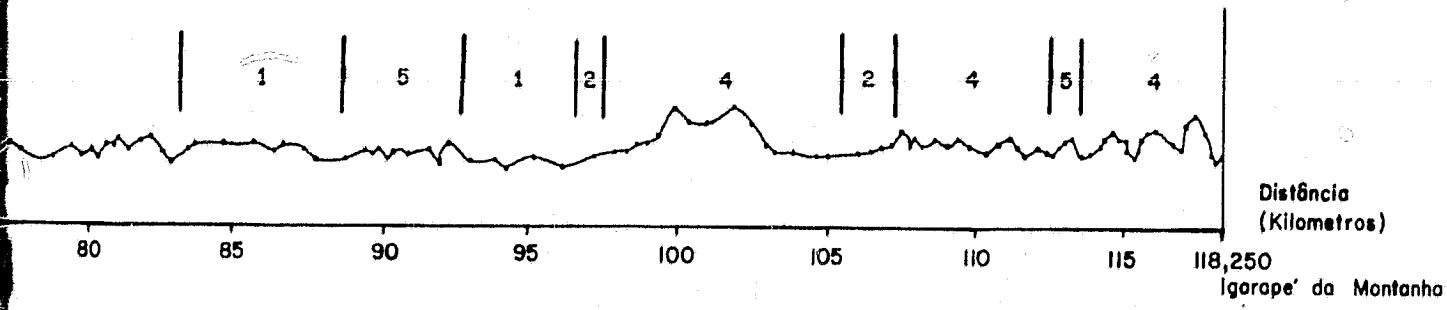


Topográfico Igarapé Tracoá - Igarapé da Montanha      ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

1 cm = 100 m  
1 cm = 2,5 Km

11051 - Seções das unidades morfológicas

FOLDOUT FRAME 2



ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY  
FOLDOOUT FRAME 3

1. Classificação <i>INPE-COM. 4/RPE</i> <i>C.D.U.: 621.38SR.330.15(811.3)</i>	2. Período	4. Distribuição
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) <i>SENSORIAMENTO REMOTO</i> <i>IMAGENS MSS/LANDSAT</i> <i>RECURSOS NATURAIS</i> <i>PARQUES NACIONAIS</i>		interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
5. Relatório nº <i>INPE-1577-RPE/074</i>	6. Data <i>Setembro, 1979</i>	7. Revisado por <i>Roberto Martini</i> <i>Paulo Roberto Martini</i>
8. Título e Sub-Título <i>LEVANTAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS NATURAIS DA</i> <i>ÁREA DO PARQUE NACIONAL DA AMAZÔNIA (TAPAJÓS),</i> <i>BASEADO NAS IMAGENS MSS DO LANDSAT.</i>		9. Autorizado por <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Crundu</i> <i>Diretor</i>
10. Setor DSR	Código	11. Nº de cópias 20
12. Autoria <i>Joaquim Henrique Duran Pinto*</i> <i>João Roberto dos Santos</i> <i>Liu Chan Chiang</i> <i>Madalena Niero</i> <i>Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto</i> <i>Vitor Celso de Carvalho</i>		14. Nº de páginas 63
13. Assinatura Responsável		15. Preço
16. Sumário/Notas  <i>São apresentados e discutidos os resultados do Levantamento geológico, geomorfológico e cobertura vegetal da área do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós), obtidos através da interpretação visual das imagens MSS do satélite LANDSAT, na escala 1:250.000, e com o apoio do reconhecimento de campo.</i>		
<b>ORIGINAL CONTAINS</b> <b>COLOR ILLUSTRATIONS</b>		
17. Observações - Relatório Final do Subprojeto "Parques Nacionais" - Convênio IBDF/CNPq-INPE. * Engº Florestal do IBDF.		

INDICE

<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1 - Geologia .....	3
2.2 - Geomorfologia .....	5
2.3 - Vegetação .....	6
<b>CAPÍTULO III - ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	9
3.1 - Localização .....	9
3.2 - Clima .....	9
3.3 - Geologia .....	11
3.4 - Geomorfologia .....	11
3.5 - Vegetação .....	11
<b>CAPÍTULO IV - MATERIAL E MÉTODO</b> .....	13
4.1 - Material .....	13
4.2 - Método .....	13
4.2.1 - Geologia .....	13
4.2.2 - Geomorfologia .....	15
4.2.3 - Vegetação .....	18
<b>CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
5.1 - Geologia .....	21
5.1.1 - Distinção das unidades de mapeamento .....	21

5.1.2 - Lineamentos estruturais .....	26
5.2 - Geomorfologia .....	27
5.3 - Vegetação .....	41
<u>CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES</u> .....	51
6.1 - Geologia .....	51
6.2 - Geomorfologia .....	51
6.3 - Vegetação .....	52
6.4 - Geral .....	52
<u>CAPÍTULO VII - AGRADECIMENTOS</u> .....	55
BIBLIOGRAFIA .....	57

ABSTRACT

*This report presents and discusses the geological, morphological and vegetation cover characteristics of Amazonia National Park (Tapajós) based on manual interpretation of LANDSAT images (1:250.000) and field work.*

## LISTA DE FIGURAS

III.1	- Mapa de localização do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós) .....	10
V.1	- Mapa geológico da região do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós) através da interpretação de imagens LANDSAT ...	22
V.2	- Mapa de unidade de relevo do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós) através da interpretação de imagens LANDSAT ...	28
V.3	- Perfil topográfico Igarapé Tracoá-Igarapé da Montanha ...	29
V.4	- Aspecto de um trecho das superfícies aplainadas correspondentes à unidade 1 .....	30
V.5	- Superfícies aplainadas e terraços junto ao rio Tapajós ..	31
V.6	- Área aplainada nas proximidades de um igarapé .....	32
V.7	- Perfil topográfico - Rodovia Transamazônica - Morro da Terra Preta .....	33
V.8	- Relevo sob a forma de crista .....	33
V.9	- Aspecto parcial da unidade 2. Superfícies aplainadas e, ao fundo, cristas residuais .....	34
V.10	- Unidade 4, áreas dissecadas em cristas .....	36
V.11	- Relevo de cristas características da unidade 4 .....	37
V.12	- Aspecto do relevo colinoso correspondente à unidade 5 ...	38
V.13	- Aspecto parcial do relevo colinoso associado à unidade 5 ..	39
V.14	- Aspecto característico da unidade 6, formado por relevo de baixas colinas .....	39
V.15	- Plano aluvial junto ao rio Amanã .....	40

V.16	- Mapa de vegetação do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós) através da interpretação de imagens LANDSAT .....	42
V.17	- Exemplo típico da floresta secundária com dominância de embaúbas às margens da rodovia Transamazônica .....	43
V.18	- Formação pioneira de embaúbas no traçado antigo da rodovia Transamazônica (Ponto nº 36) .....	44
V.19	- Roteiro de sobrevôo .....	45
V.20	- Aspecto típico da unidade 1 - floresta densa (Ponto nº 17) ..	46
V.21	- Exemplo típico de inclusão de floresta aberta (com palmeiras) na unidade 1 (Ponto nº 35) .....	47
V.22	- Aspecto típico da unidade 2 - floresta aberta I (Ponto nº 8) ..	48
V.23	- Aspecto típico da unidade 3 - floresta aberta II (Ponto nº 7) ..	49
V.24	- Aspecto típico da unidade 4 - floresta aluvial (Ponto nº 41) ao longo do rio Amanã .....	50
V.25	- Detalhe do mesmo tipo de vegetação, sobre as ilhas do rio Tapajós (Ponto nº 30) .....	50

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

De acordo com o Artigo 2º do Decreto-Lei nº 289 de 28 de fevereiro de 1967, uma das atribuições do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, é executar ou fazer executar as medidas necessárias à proteção e à conservação dos recursos naturais renováveis.

O sensoriamento remoto foi apresentado pela FAO, de acordo com Nimer (1975), como uma ferramenta capaz de monitorar os recursos florestais do mundo, permitindo, assim, o planejamento adequado para a sua utilização.

Reconhecendo a necessidade de se levantar os recursos naturais de áreas de difícil acesso, para a criação de parques nacionais ou reservas equivalentes, o IBDF resolveu avaliar a aplicabilidade do sensoriamento remoto a nível orbital, para efetuar esta tarefa em curto espaço de tempo e a custos reduzidos.

Assim, estabeleceu-se em 20 de julho de 1977, um convênio com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, por intermédio do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, para o desenvolvimento de um programa de pesquisas, dentre as quais se inclui o subprojeto Parques Nacionais, que tem como objetivo a utilização de imagens LANDSAT, na caracterização das condições naturais de parques nacionais.

Escolheu-se como área teste para este estudo, o Parque Nacional da Amazônia (Tapajós), criado em 19 de fevereiro de 1974 pelo Decreto nº 73-683, que, além de ser uma região de difícil acesso, apresenta, ainda, uma grande área, compatível com a escala de trabalho), o que dificultaria a utilização de outras técnicas.

Este trabalho apresenta, numa forma final, os resultados obtidos no levantamento dos aspectos geológicos, geomorfológicos e cobertura vegetal desta área, a partir da interpretação visual das imagens MSS do satélite LANDSAT, na escala 1:250.000.

## CAPÍTULO II

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 - GEOLOGIA

Uma análise sucinta sobre a bibliografia referente à aplicação de sensores remotos no mapeamento geológico regional no Brasil, demonstra a importância desta valiosa ferramenta no levantamento básico de grandes áreas no país.

Devido às sensíveis diferenças de produtos do sensoramento remoto disponíveis - imagens de satélite, de radar, fotos multi-espectrais, etc... - em relação às fotos aéreas convencionais, envolvendo principalmente o acesso às informações de alvos em faixas do espectro anteriormente desconhecidas, é de supor que novos métodos, bastante particulares, venham a ser desenvolvidos para a análise destes materiais.

As imagens LANDSAT e as fotografias aéreas são produtos bastante diferentes, pois advêm de diferentes sensores, com diferentes características. Mas a extração visual da informação geológica obedece a esquemas comuns, no sentido de discriminar as maiores unidades litológicas de mapeamento e de identificar as feições geológicas estruturais. Estas feições geológicas nas imagens são discriminadas em escala regional, dado o aspecto sinóptico dos produtos LANDSAT.

As unidades litológicas de mapeamento, bem como as estruturas geológicas se apresentam na superfície da terra por mudanças, entre outras, no(a):

- a. tonalidade;
- b. padrão de drenagem;

- c. textura topográfica;
- d. cobertura vegetal.

A análise, identificação e integração destes fatores, numa área de estudo, induzem à discriminação das feições geológicas.

Na verdade, dependendo das características geológicas inerente a cada região, os fatores interpretativos citados anteriormente, podem ser mais ou menos importantes na fotointerpretação.

Liu (1973 a.b) concluiu o mapeamento geológico de parte dos Estados do Piauí, Pernambuco e Bahia, através de imagens de radar (SLAR), utilizando-se, principalmente, de análises de padrões de drenagem.

Carraro et al. (1975) utilizaram, prioritariamente, os padrões de drenagem e, secundariamente, as características tonais e topográficas, para mapear grande parte da região da Bacia do Rio São Francisco, através de imagens LANDSAT.

Liu et al. (1976) e Meneses e Paradella (1978), concluíram, respectivamente, o mapeamento da faixa pré-cambriana policíclica dos Estados do Rio de Janeiro e Sul do Espírito Santo, com imagens LANDSAT e radar, onde as características de relevo, constituem o principal fator para a fotogeologia.

Liu et al. (1979) propõem uma metodologia para a interpretação geológica de áreas policíclicas pré-cambrianas, com imagens SLAR, com a foto análise atendo-se, principalmente, a observação de características morfológicas e texturais (reflexo de diferentes padrões estruturais superimpostos) aliadas a dados de campo.

## 2.2 - GEOMORFOLOGIA

O inventário classificatório das formas de relevo, a análise dos parâmetros do meio físico e a interpretação dos processos morfogenéticos fornecem as bases para planejamentos regionais ou globais, bem como para levantamentos de infra-estrutura ambiental, que são os elementos de suporte na abordagem dos Ecossistemas (Penteado, 1978). Os mapas geomorfológicos, portanto, são de grande importância para estudos ambientais, fornecendo uma visão sintética da distribuição das diferentes formas de relevo de uma região. Segundo Morais e Leite (1975), as imagens multiespectrais do LANDSAT-1 constituem-se em importante fonte de informação, permitindo o mapeamento geomorfológico rápido de grandes áreas.

Para o levantamento de unidades morfológicas, a partir de imagens de satélites, são utilizados indicadores tais como textura fotográfica, padrão de drenagem e forma.

Segundo Ray (1963), a expressão textura tem sido utilizada em relação à rede de drenagem. O espaçamento amplo e estreito entre os cursos d'água produzem texturas grosseiras e finas, respectivamente.

Segundo Smith apud Ray (1963), a textura topográfica tem sido utilizada para descrever o grau de dissecação de regiões da superfície terrestre. Analogamente à textura de drenagem, pode-se descrever a textura topográfica como fina ou grosseira. Um estudo quantitativo da textura topográfica, baseado em dados cartográficos, mostrou que a razão de textura, uma expressão matemática da dissecação da superfície do terreno, se relaciona com a densidade de drenagem, segundo uma função logarítmica.

Segundo França apud Valério et al. (1976), o padrão de drenagem é a designação que se dá à distribuição, ou arranjo dos rios e seus tributários na rede de drenagem de uma região, que sugere

um modelo ou a configuração de objetos familiares, e que emprestam o seu nome para a classificação deste arranjo. Conforme Ricci e Petri (1965), seis tipos de modelos de drenagem podem ser considerados como básicos: dentrítico, treliça, retangular, radial, anular e paralelo. Estes autores demonstraram que drenagem superficial é um precioso indicador da estrutura do terreno.

Ricci e Petri (1965) enfatizam a importância da forma como elemento de fotointerpretação. Segundo Miller e Miller apud Ricci e Petri (1965), numerosas feições do terreno só podem ser identificadas primariamente pela forma.

A forma de determinados alvos pode ser melhor delineada, através do efeito da sombra projetada por aqueles alvos. Ray (1963), afirma que a sombra como elemento de reconhecimento é, antes de tudo, um emprego da forma e do tom fotográfico.

Muitos investigadores têm analisado imagem LANDSAT para fins de mapeamento geomorfológico. Moraes e Leite (1975), ao realizarem o mapeamento geomorfológico da área compreendida pela Folha de Belo Horizonte do Atlas do Brasil; ao Milionésimo, através da interpretação visual de imagens LANDSAT, conseguiram identificar as seguintes classes:

Chapadas e Serras do Espinhaço.

Domínio de Cristas Apalacheanas.

Domínio de Mares de Morro.

Domínio de Colinas e Chapadas Sedimentares.

Domínio de Planícies e Terraços fluviais.

### 2.3 - VEGETAÇÃO

De acordo com Schrumpf (1979), a classificação da vegetação e seu posterior inventário, é o ponto inicial na resolução de muitos problemas, quando se trata da manipulação de recursos naturais.

Edwards (1972), cita que as técnicas de sensoriamento remoto, além de permitirem a obtenção de informações da distribuição da vegetação, também registram as transformações ecológicas na vegetação, resultantes de práticas de uso da terra, efeitos climáticos e sazonais.

Myers e Allen (1968), mencionam que o espectro de luz refletida, de interesse biológico, ocorre na faixa de 0.7 a 1.3  $\mu\text{m}$ , onde a reflectância é alta e a absorção é mínima. Isto permite afirmar que o sensoriamento remoto, a nível orbital, obtendo informações na faixa de 0.5 a 1.1  $\mu\text{m}$ , pode ser usado no levantamento dos tipos de vegetação em termos de comportamento e extensão.

Para Williams e Coiner (1975), a classificação da vegetação, através das imagens orbitais, tem como base as diferenças fitofisionômicas.

Maxwell (1975), relata que o aumento da biomassa da vegetação pode reduzir a reflectância na banda 5 do MSS (0.6 a 0.7  $\mu\text{m}$ ), mas por outro lado, o aumento da biomassa verde acresce a reflectância no canal 7 (0.8 a 1.1  $\mu\text{m}$ ), devido a reflectância da vegetação verde na região do infravermelho. Este autor afirma que estes canais são os mais significativos para classificar os tipos de vegetação. Siegal e Goetz (1977) comentam que a resposta espectral da cobertura vegetal depende da quantidade e tipo de vegetação, além da reflectância do terreno.

Santos e Novo (1977), Hernandez Filho e Shimabukuro (1977) têm demonstrado que o sistema LANDSAT permite o acompanhamento e controle de recursos florestais.

## CAPÍTULO III

### ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 - LOCALIZAÇÃO

O Parque Nacional da Amazônia está situado no médio curso do rio Tapajós, no município de Itaituba, Estado do Pará, abrangendo, ainda, pequena parte do Estado do Amazonas, conforme apresentado na Figura III.1. De acordo com IBDF (1978), ele compreende uma área de cerca de um milhão de hectares, situados entre as coordenadas de  $3^{\circ}50'$  a  $5^{\circ}00'$  de latitude sul e de  $56^{\circ}16'$  a  $57^{\circ}32'$  de longitude oeste. Ele é atravessado, na sua porção sudeste, pela rodovia Transamazônica, no trecho compreendido entre os quilômetros 53 (Igarapé Tracoá) e 163 (Igarapé da Montanha).

#### 3.2 - CLIMA

De acordo com o IBDF (1978), a área em estudo, segundo a classificação de Köppen, é caracterizada por um clima tropical chuvoso (AMI), quente, sem verão ou inverno estacional.

A época das chuvas ocorre nos meses de fevereiro a abril, com média de 242 mm mensais, enquanto que o período seco ocorre em fins de julho até outubro, quando o índice de precipitação varia em torno de 50 mm.

A temperatura nos meses mais frios nunca é inferior a  $18^{\circ}\text{C}$  e a média anual gira em torno de  $26^{\circ}\text{C}$ .

Devido à elevada umidade relativa (média de 87%) e à intensa nebulosidade na região, não se registraram máximas diárias excessivas, mesmo nos meses mais quentes.

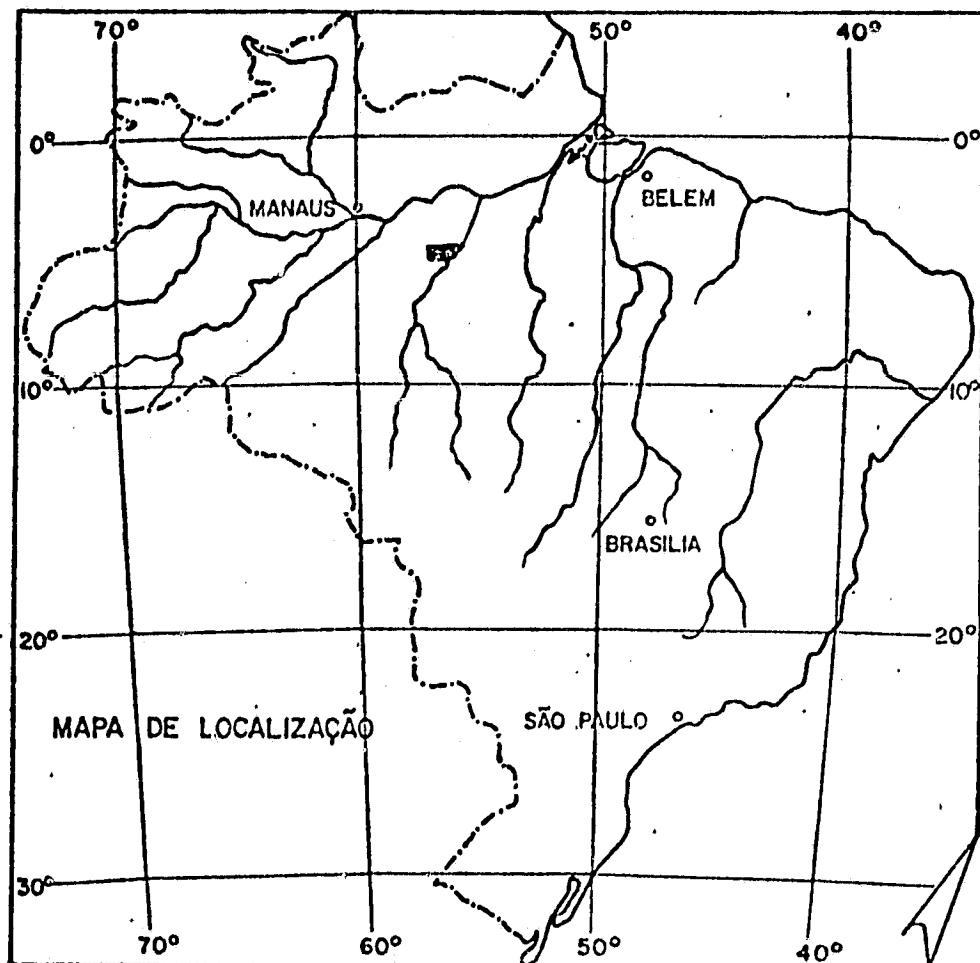


Fig. III.1 - Mapa de localização do Parque Nacional da Amazônia  
(Tapajós)

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

### 3.3 - GEOLOGIA

A área de estudo está situada na borda sul da sinéclise amazônica, abrangendo, em sua quase totalidade, rochas sedimentares cenozóicas e palaeozóicas, com graus semelhantes de resistência erosional, caracterizadas por feições topográficas monótonas e pobres em afloramentos, devido à cobertura vegetal e de solo.

O mapa geológico da região, elaborado por Santos et al. (1975), mostra que, na área de estudo, há uma predominância de cobertura sedimentar terciária da Formação Barreiras e uma seqüência sedimentar paleozóica do Grupo Tapajós, da Formação Caruá e do Grupo Urupadi. As unidades metassedimentares da Formação Prosperança e do Grupo Uatumã, e o embasamento cristalino do Complexo Xingu, de idade pré-cambriana, distribuem-se numa estreita faixa ao longo da margem sul da área de estudo.

### 3.4 - GEOMORFOLOGIA

Geomorfologicamente, a área encontra-se, basicamente, dentro da unidade de relevo do Planalto Rebaixado da Amazônica (Ventura, 1975). De um modo geral, o relevo da área é constituído de formas suavizadas, produto da atuação de climas diferentes dos atuais, que provocaram processos de desnudação diferenciados daqueles observados no presente, (Meis, 1968).

De acordo com Ventura (1975), a área de estudo apresenta evidências de duas fases de arrasamento, sugerindo a idade pliocênica, para os níveis residuais topograficamente mais elevados, e idade pleistocênica para os níveis mais baixos.

### 3.5 - VEGETAÇÃO

De acordo com o IBDF (1978), a vegetação do Parque Nacional da Amazônia é classificada como floresta tropical úmida. Dentro

desta classificação geral, esta região apresenta, como formação predominante, a floresta tropical densa de terra firme. Segue-se em representatividade, a floresta aluvial, que ocorre ao longo dos rios e sobre as ilhas do Tapajós, apresentando-se, quanto ao aspecto, de forma semelhante à floresta de terra firme, todavia, com árvores mais baixas. Outra formação menos significativa, pela área que ocupa, é a floresta tropical aberta, subdividida em florestas de cipoal e de cocal. Na de cipoal surgem árvores de pequeno porte, cobertas por trepadeiras, enquanto que na de cocal, as árvores, também de porte baixo, se encontram espaçadas com ocorrência de palmeiras.

## CAPÍTULO IV

### MATERIAL E MÉTODO

#### 4.1 - MATERIAL

Foram utilizadas as imagens preto e branco dos quatro canais do MSS (4, 5, 6 e 7) do satélite LANDSAT-2, nas escalas de 1:500.000 e 1:250.000, correspondentes ao ponto 15 da órbita 304, obtidas nas datas de 11 de agosto e 16 de setembro de 1976.

Como material de apoio à interpretação geológica, usou-se a imagem de radar, Folha SB-21 Tapajós, publicada pelo RADAM BRASIL, na escala de 1:250.000. Serviram, como auxílio na identificação dos acidentes geográficos da região, as cartas do Brasil ao milionésimo, publicadas pelo IBGE no ano de 1971, referentes às Folhas SB-21 Tapajós e Sa-21 Santarém.

#### 4.2 - MÉTODO

##### 4.2.1 - GEOLOGIA

Não são muitos os trabalhos geológicos que foram executados na área em estudo e, muito menos ainda, aqueles que podem ser considerados como de integração. Além disso, os poucos trabalhos existentes, abrangem, de uma maneira geral, apenas pequenas porções desta área.

A coletânia bibliográfica sobre levantamentos geológicos já realizados na área, reunidos por Santos et al. (1975), serviu para extrair subsídios para a preparação deste trabalho.

O mapa geológico desta folha, na escala de 1:1.000.000, mostra que, na área em estudo, há uma predominância de cobertura sedimentar de idade terciária e de uma sequência sedimentar de idade paleo-

zóica. As unidades metas sedimentares e o embasamento granito-migmatítico gnaissico de idades pré-cambriana, distribuem-se numa estreita faixa ao longo da margem sul da área analisada.

As imagens MSS do satélite LANDSAT mostram que a referida área inclui ampla planície com drenagens pouco profundas e áreas com morros formando uma superfície suavemente ondulada. Assim, torna-se muito difícil identificar e diferenciar as unidades litoestratigráficas, faltando a cada uma, formas de relevo que as caracterizem, ou padrões de tonalidade específicos. Por isso, o primeiro passo para a elaboração de trabalho foi comparar, cuidadosamente, as imagens do satélite com o mapa geológico da folha Tapajós-SB-21, acima mencionado, a fim de ordenar os padrões fotogeológicos característicos de cada unidade de mapeamento. Os métodos utilizados pela Projeto RADAM BRASIL, para elaborar o mapa geológico, consistiu na fotointerpretação de imagens de radar, fotografias multiespectrais e trabalho de campo.

Muito provavelmente, o controle do mapeamento das várias unidades geológicas apresentadas neste mapa, foi realizado a partir de perfis geológicos de campo ao longo do rio Tapajós, onde as unidades afloraram. Considerando tal fato, utilizou-se o mapa geológico da folha SB-25 Tapajós, nos limites do rio Tapajós, como modelo de um perfil básico para apoio à fotointerpretação das áreas adjacentes.

A segunda etapa do estudo, foi a interpretação geológica das imagens de satélite. Os parâmetros nas imagens, para interpretação geológica são classificados conforme eles representem ou não uma manifestação direta ou indireta das condições litoestruturais do terreno. Os parâmetros diretos são as feições topográficas e os padrões de drenagem. Os parâmetros indiretos são a tonalidade e a distribuição, e densidade da cobertura vegetal.

Nesta área de estudo não há tonalidades bem contrastadas, como também, não há coberturas superficiais bem definidas. Por isso, a interpretação geológica, para as regiões de ocorrência de sequências

sedimentares, foi baseada, principalmente, na análise e diferenciação dos padrões de drenagem.

Para as áreas onde ocorrem rochas pré-cambrianas, os fatores de análise utilizados foram as suas características morfológicas e padrões de drenagem. As sequências sedimentares e as rochas pré-cambrianas, sujeitas à atuações de vários processos erosionais, estabeleceram diferentes padrões de drenagem. Desta forma, uma sucessão de áreas, com padrões de drenagem homólogas, foram individualizadas, no sentido de subentenderem unidades de mapeamento. Os alinhamentos topográficos e segmentos retos de drenagem foram interpretados como prováveis lineamentos estruturais.

O trabalho de campo realizado ao longo de perfis na rodovia BR-230 - Transamazônica e no rio Tapajós, comprovou a orientação dos lineamentos estruturais, através da realização de medições nos afloramentos existentes. Ele permitiu, também, a coleta de amostras de rochas, que foram analisadas macroscopicamente no local, permitindo definir os limites das unidades litológicas e suas características principais.

#### 4.2.2 - GEOMORFOLOGIA

A metodologia utilizada na definição das diferentes unidades morfológicas obedeceu os seguintes passos:

- 1) Levantamento da Rede de Drenagem: nesta etapa do trabalho, foram mapeados os principais cursos d'água existentes na área de estudo, utilizando, principalmente, as imagens do Canal 7 do MSS, na escala de 1:250.000. Este levantamento serviu de base cartográfica para a montagem dos mapas finais.
- 2) Análise da textura: inicialmente, elaborou-se uma escala de textura, variando de lisa a fortemente rugosa, a partir das imagens do canal 7 do MSS. A textura lisa, corresponde àquelas áreas em que os canais de drenagem se apresentam com grande

afastamento, implicando em amplos interflúvios. A textura fortemente rugosa corresponde às áreas em que os canais de drenagem estão bastante próximos, resultando em interflúvios estreitos. As classes texturais intermediárias, como a fraca e a moderadamente rugosa, foram estabelecidas pela comparação com as duas classes texturais extremas. Os diferentes graus de textura foram de grande utilidade na separação das unidades morfológicas, pois correspondem à variações de dissecação do terreno.

- 3) Padrão de drenagem: os padrões de drenagem serviram de apoio para a delimitação das unidades morfológicas. Entretanto, para determinadas unidades, eles não foram considerados devido ao fato dessas unidades apresentarem canais de drenagem com pequena dimensão e pouco espaçamento, o que dificulta a individualização dos mesmos, nas imagens. Os diferentes tipos de padrões foram associados às diferentes unidades morfológicas. Por exemplo, as áreas com superfícies altamente dissecadas apresentaram um padrão de drenagem dendrítico.
- 4) Forma: este aspecto foi de grande utilidade na separação de determinadas unidades de relevo. Como por exemplo, os alinhamentos de cristas foram melhor caracterizados a partir da forma, que é delineada, em parte, pelo efeito de sombreamento.
- 5) Tonalidade: este elemento foi observado nas imagens do canal 7 do MSS e serviu, apenas, para complementar a diferenciação das unidades morfológicas, feita com os outros elementos. Este fato pode ser explicado pela presença de uma cobertura vegetal densa e homogênea para quase toda a área em estudo, e que resulta numa pequena variação de tons de cinza.

A análise conjunta dos elementos definidos anteriormente, permitiu a separação e delimitação de unidades morfológicas distintos na área em estudo. Determinadas unidades morfológicas, entretanto, foram melhor definidas pela análise de apenas um dos indicadores mencionados.

O mapa resultante foi levado para o campo, com o objetivo de se verificar a precisão das interpretações. Somente algumas unidades puderam ser observadas, através do percurso ao longo da rodovia Transamazônica. As demais só o foram por intermédio do levantamento aéreo.

Foram percorridos dois roteiros de campo, um na rodovia Transamazônica e o outro na picada da Terra Preta, que vai da altura do quilômetro 60, desta rodovia, até o morro da Terra Preta. Na primeira, percorreu-se um total de 110 quilômetros, compreendidos entre o igarapé Tracoá (km 53) e o igarapé da Montanha (km 163). No segundo trajeto, foram percorridos cerca de 2 quilômetros, com início nesta rodovia.

Nestes percursos, foram alocados pontos de amostragem, numa frequência variando entre 100 e 1.000 metros, conforme as mudanças topográficas locais.

Nestes pontos, localizaram-se medidas altimétricas, por intermédio de um altímetro de bolso. Essas medidas foram utilizadas para a confecção de dois perfis topográficos, com escala horizontal 1:250.000 e vertical de 1:10.000.

A extensão desses perfis, no campo, não coincidiu com os respectivos percursos, medidos através das imagens LANDSAT. Esta diferença pode ser atribuída ao sistema de projeção destas imagens, onde não são consideradas as variações altimétricas para efeitos de distâncias, e/ou à precisão do hodômetro do veículo.

A seguir, foram superpostos, nos perfis, através de secções, as unidades morfológicas obtidas a partir da interpretação visual das imagens LANDSAT. A extensão das unidades obtidas a partir da imagem, não coincidiu com o comprimento total dos perfis topográficos. A diferença resultante foi distribuída entre as unidades morfológicas lançadas naquele perfil.

O sobrevôô da área em estudo foi realizado a uma altitu de de 500 metros aproximadamente, com duração aproximada de 5 horas. O roteiro foi estabelecido de modo a cobrir o maior número possível de unidades morfológicas, obtidos a partir da interpretação visual da ima gem LANDSAT. Neste sobrevôô as unidades foram reconhecidas e caracteri zadas a partir da descrição e tomada de fotografias.

#### 4.2.3 - VEGETAÇÃO

Para a identificação das diferentes unidades fisionômi cas da vegetação da área do Parque Nacional de Amazônia, através da an lise visual das imagens MSS do LANDSAT, apresentadas na escala de 1:250.000, foi utilizado o padrão de tonalidade.

De acordo com Hoffer et al. (1966), a tonalidade é o principal fator a ser considerado para a interpretação de imagens multiespectrais, com vistas ao mapeamento da vegetação. Segundo ainda àque les autores, este elemento interpretativo varia de acordo com os compri mentos de ondas do sensor empregado para a geração da imagem e da reflec tância do alvo observado.

Assim, as áreas que apresentavam homogeneidade, quanto à tonalidade, foram agrupados e o delineamento dos Timites entre as di ferentes formas foi realizado conforme Simonetti (1974).

Após a conclusão da interpretação visual preliminar, efe tuou-se uma missão de campo com percursos terrestres e aéreos, com o objetivo de testar a acuracidade da análise dos dados obtidos através de sensoriamento remoto e a correção da interpretação conforme recomen dado por Curtes (1974), Kalensky e Wilson (1975) e Benn (1977).

O percurso terrestre foi efetuado tendo como base o tre cho da estrada Transamazônica, dentro do Parque e pequenas entradas em trilhas(picadas), situados nas margens desta mesma estrada. Em comple mentação a essas informações, realizou-se um sobrevôô na região, procura

rando-se atingir os locais inacessíveis por terra (a maior parte da região), conforme recomendado por Tueller et al. (1973) e Tardin et al. (1976).

Os locais mais representativos das unidades de vegetação mapeadas, foram fotografadas no campo, proporcionando, assim, um registro visual das condições fenológicas das mesmas. De acordo com Draeger e Carnegie (1974), estas fotografias, acompanhadas por uma descrição das características de alvos, são de grande valia para o mapeamento de vegetação.

O trabalho de campo permitiu o estabelecimento de uma legenda, que representa as unidades de cobertura vegetal, identifica das nas imagens, através do padrão de tonalidade.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 - GEOLOGIA

##### 5.1.1 - DISTINÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO

A interpretação das feições das imagens é observada, usualmente, sobre áreas específicas, possibilitando diferenciar as unidades de mapeamento com características comuns. Desta forma, foram identificadas 7 unidades de mapeamento, cuja distribuição é apresentada na Figura V.1.

As rochas pré-cambrianas, distribuídas, nesta área, foram divididas em três unidades, denominadas Unidades A, B e C, assim definidas:

#### Unidade A

Distribui-se em ambos os lados do rio Tapajós e, nas imagens, exibe-se desnudada, semelhante a uma planície suavemente inclinada para o rio. A drenagem desenvolvida nesta unidade, exibe um padrão subdendrítico com canais curtos e largos e com tributários sub-paralelos alongados. No campo, alguns afloramentos são encontrados ao longo da rodovia Transamazônica. As rochas, identificadas macroscopicamente, têm as seguintes características:

1 - Cor: rosa com pontos negros.

2 - Estrutura:

a) maciço e sem estruturas orientadas;

b) alguns sistemas de juntas são bem desenvolvidas e o principal tem atitude N 40° - 60°W.

3 - Textura:

- a) compõe-se de fenocristais de feldspato em matriz fina composta, também, de feldspatos.
- b) os fenocristais de minerais escuros têm diâmetro de 2 a 4 mm e estão espalhados na rocha. Sua quantidade é de cerca de 20%.

4 - Mineralogia: não se observou quartzo.

A partir dessas características, esta rocha pode ser definida como um monzonito. Entretanto, essa unidade não se apresenta uniforme, pois muda gradualmente, de monzonito para quartzo-monzonito, no qual as características são:

1 - Cor: rosa, mais clara que o monzonito.

2 - Estrutura: maciço, sem estruturas orientadas.

3 - Mineralogia:

- a) além de feldspato, exibe considerável quantidade de quartzo;
- b) a porcentagem de minerais escuros se conserva em torno de 20%.

Em alguns locais, o monzonito e quartzo-monzonito estão cortados por diques basáltico-diabásicos de direção geral N 50° - 60° W e com 3 a 5 metros de espessura.

Unidade B

Distribui-se na porção sul da área e, nas imagens, apresenta uma superfície rugosa com textura fina e drenagem ramificada. No campo, as rochas desta unidade têm as seguintes características:

1 - Cor: cinza acastanhado.

2 - Estrutura:

- a) maciço, sem estruturas orientadas;
- b) alguns sistemas de juntas são bem desenvolvidos e o principal deles tem atitude N  $40^{\circ}$  -  $60^{\circ}$  W.

3 - Textura e Mineralogia:

- a) constituiu-se, essencialmente, por fenocristais de feldspato, quartzo e minerais escuros;
- b) alguns fenocristais de feldspatos e de minerais escuros têm diâmetro de 10 mm.

A partir dessas características, estas rochas podem ser definidas como quartzo-dioritos.

#### Unidade C

Espalha-se ao longo de ambos os lados do rio Tapajós, formando áreas colinosas nas imagens LANDSAT. No campo, alguns afloramentos são encontrados e as rochas, descritas macroscopicamente, têm as seguintes características:

1 - Cor: cinza-escura e cinza-esverdeada escura.

2 - Textura: variável entre afanítica e microfanerítica, sem limites definidos.

De acordo com esta descrição macroscópica, esta unidade litológica pode ser definida como basalto e diabásico.

As unidades fitogeológicas A, B e C podem ser, tentativamente, correlacionadas com o "Complexo Xingu", mapeado por Santos et al. (1975).

Nas imagens LANDSAT, as rochas sedimentares Paleozóicas, também foram diferenciadas em três unidades de mapeamento, denominadas D, E e F, caracterizadas da seguinte forma:

#### Unidade D

Apresenta uma tonalidade escura na imagem MSS, sendo formada por uma planície extensamente desnuda, na qual não se pode examinar o seu padrão de drenagem, na porção oeste de São Luis do Tapajós. Entretanto, a leste, o padrão de drenagem é subdendrítico e amplamente espaçado.

#### Unidade E

Distribui-se de leste a oeste, através da parte centro-sul da área em estudo e exibe uma área rebaixada esculpida, em sua maior parte, por um padrão de drenagem sub-dendrítico de textura média. Algumas porções dessa planície aparecem preservadas na forma de baixas colinas de topo plano. Esta unidade separa os sistemas de drenagem da área de estudo, em duas direções de fluxo: uma para sudeste e o outro para norte.

#### Unidade F

Distribui-se de leste para oeste, através da parte central da área de estudo e também exibe uma planície da qual algumas partes são preservadas como platô e as demais são esculpidas por um padrão de drenagem subdendrítica, mas de textura bem fina.

Estas três unidades sedimentares paleozóicas podem ser, tentativamente, correlacionadas com as unidades geológicas da Folha-SB-25 Tapajós (Santos et al., 1975), nas seguintes formas:

- a) Unidade D = Grupo Urupadi;
- b) Unidade E = Formação Caruá;
- c) Unidade F = Grupo Tapajós.

A densa cobertura da floresta impossibilitou o encontro de quaisquer afloramentos, ao longo de alguns dos principais rios que cortam estas unidades, tanto através de avião, como de barco. Assim, não há descrições litológicas dessas três unidades. Entretanto, a base da Unidade D foi encontrada nas proximidades da Serra Preta. Consiste numa alternância de arenitos e folhelhos finos, em camadas ora delgadas, ora mais possantes e intercaladas com leitos de arenito grosso.

Como cobertura sedimentar Terciária, identificou-se, nas imagens, somente uma unidade de mapeamento, denominada por Unidade G.

#### Unidade G

Distribui-se por uma grande extensão de área, ocupando quase a metade da área em estudo. Apresenta, nas imagens, um padrão de drenagem dentrítico de textura bem fina e ramificada. Pode ser, tentativamente, correlacionada com a Formação Barréiras, mapeada por Santos et al. (1975).

Do lado norte do rio Tapajós, a leste do meridiano de W 56° 50', há relevos retilíneos, positivos proeminentes, na direção N 60° W, concordante com a tendência dos lineamentos estruturais regionais. Como se sabe, estruturas em diques, por sua resistência relativa às rochas adjacentes, podem exibir relevos retilíneos negativos e positivos. Desta forma, os relevos presentes, no lado norte do rio Tapajós, podem ser inferidos como diques de diabásio.

#### 3.1.2 - LINEAMENTOS ESTRUTURAIS

O traçado dos lineamentos estruturais é fundamental à fotoanálise. O termo "lineamento" foi definido por Hobbs (1912) como "these significant lines of landscapes which reveal the hidden architecture of the rock basement; they are character lines of the earth's physiognomy"; e por Billings (1954) como "a topographic line that is structurally controlled"; e por Allum (1966) como "any line on an aerial

photograph that is structurally controlled". Por estas definições, o termo lineamento estrutural inclui qualquer alinhamento de feições topográficas e/ou litológicas, é, portanto, condicionado à geologia da subsuperfície, sendo, geralmente, identificado nas imagens, como feições lineares.

A estrutura geológica, nesta região, é principalmente revelada pelas feições lineares de relevos e segmentos de drenagem mais ou menos retos, que se orientam, principalmente, na direção N 40° - 60°W. Uma segunda direção, N 30° - 50°, é menos evidente e na maior parte da área é difícil de ser examinada. Talvez se possa inferir que esta direção N 30° - 50° E corresponda à tendência estrutural mais velha e, de certa forma, obliterada pelos lineamentos mais novos de direção N 40° - 60°W.

## 5.2 - GEOMORFOLOGIA

O mapa das unidades morfológicas na escala 1:250.000 da área de estudo pode ser visto na Figura V.2.

As unidades levantadas foram obtidas a partir da interpretação visual de imagens e trabalho de campo. O comportamento destas unidades, no campo, pode ser observado através de um perfil topográfico (Figura V.3). Pela análise do perfil, pode se observar que ocorre pequena diferença altimétrica entre as unidades. Isto pode ser explicado pelo fato do relevo da região, de um modo geral, apresentar-se pouco movimentado. Outro aspecto a ser considerado é o traçado da rodovia que contorna áreas com relevo mais movimentado e suaviza as diferenças altimétricas através de aterros e cortes.

As unidades morfológicas obtidas no mapa, relativos a área de estudo, estão relacionadas adiante e a cada uma delas estão descritos aspectos importantes para sua caracterização.

### Unidade 1 - Superfície Aplainada

Na imagem LANDSAT, esta unidade apresenta-se com textura lisa a fracamente rugosa, pouco dissecada, com amplos interflúvios aplainados. É caracterizada por baixa frequência de cursos d'água e drenagem do tipo subparalela a dendrítica.

No campo, esta unidade apresenta-se com relevo pouco ondulado, com tendência a plano e cursos d'água distanciados entre si, como pode ser observado através da Figura V.3. Pela análise desta figura, pode-se notar que as diferenças altimétricas entre o topo dos interflúvios e o fundo dos vales raramente atingem 50 metros de desnível. Apresenta uma altitude máxima de 125 metros. Estes aspectos a caracterizam como uma área de relevo suavizado, fato este que pode ser parcialmente observado através da Figura V.4.



Fig. V.4 - Aspecto de um trecho das superfícies aplainadas correspondentes à unidade 1.

Localiza-se preferencialmente nas proximidades da margem do rio Tapajós (Figura V.2). Junto ao rio, esta unidade apresenta alguns níveis de terraço, tornando-se plana em direção oeste daquele rio (Figura V.5).



ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY

Fig. V.5 - Superfícies aplainadas e terraços junto ao rio Tapajós.

Esta unidade, ocorre em áreas menos extensas nas proximidades dos rios Urupadi, Maués e respectivos afluentes. A ocorrência desta unidade, nestas áreas, pode ser exemplificada pela Figura V.6.

Verifica-se, ao analisar a Figura V.6, a presença de áreas aplainadas constituídas de valores abertos.

#### Unidade 2 - Superfícies Aplainadas com Cristas Residuais

Esta unidade apresenta textura lisa em algumas áreas e moderadamente rugosa, nas porções em que ocorrem as colinas e cristas residuais. Os interflúvios são moderadamente amplos, com baixa frequência de canais de drenagem.

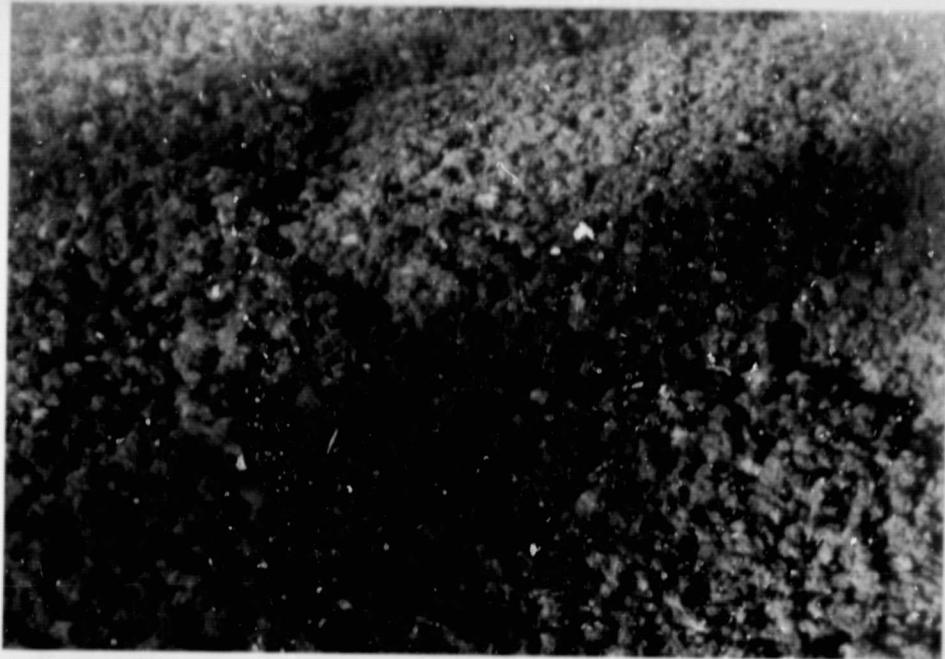


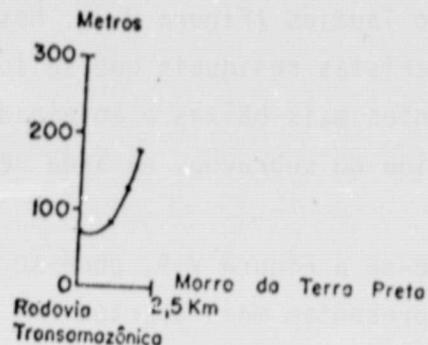
Fig. V.6 - Área aplainada nas proximidades de um Igarapé.

Nesta área, o padrão de drenagem se apresenta pouco de finido na imagem, não entrando, portanto, como critério diferenciador para esta unidade.

O comportamento desta unidade, no campo, pode ser visua lizado através da Figura V.3. Fica evidenciado, pela análise da Figura V.3, a presença de extensas superfícies planas, nesta área, e pequena ocorrência de cristas. Isto pode ser explicado pelo fato do traçado da estrada contornar as áreas de relevo mais movimentado que ocorrem nes ta unidade. Ao analisar o perfil, verifica-se que os desniveis altimé tricos não ultrapassam 60 metros e a altitude máxima para esta unidade é de 110 metros aproximadamente. Analisando-se entretanto, uma feição mais específica (crista), que ocorre nas proximidades da rodovia, pode- se observar que esta unidade apresenta, em sua extensão, amplitudes al timétricas maiores. Isto pode ser exemplificado pela Figura V.7.

Esta unidade é cortada pela rodovia Amazônica apenas em pequenos trechos exemplificados pela Figura V.8.

ORIGINAL E  
DE POOR QUALITY



Escala :

Vertical : 1 cm = 100m

Horizontal : 1 cm = 2,5 Km

Fig. V.7 - Perfil Topográfico Rodovia Transamazônica Morro da Terra Preta.



Fig. V.8 - Relevo sob a forma de crista.

Ao se analisar a Figura V.8, pode-se observar a presença de um trecho aplainado, seguido de uma área mais movimentada, com de clividade acentuada, correspondendo à encosta de uma crista. Extensões maiores desta unidade, entretanto, se localizam em direção ao interior do Parque, a oeste do rio Tapajós (Figura V.3). Nestas áreas, são mais evidentes a presença de cristas residuais que se sobressaem topograficamente das áreas adjacentes mais baixas e aplainadas, como pode ser visto na Figura V.9, obtida do sobrevôo, na área de estudo.

Analizando-se a Figura V.9, pode-se verificar que os vales, desta unidade, se apresentam mais abertos nas áreas aplainadas e encaixados nas áreas de cristas residuais.

De maneira geral, as cristas, desta unidade, são sustentadas por rochas mais resistentes aos processos erosivos dominantes na região.



Fig. V.9 - Aspecto parcial da unidade 2. Superfícies aplainadas e ao fundo, cristas residuais.

### Unidade 3 - Superfície Residual Elevada

É caracterizada, basicamente, pela forma, pois se apresenta com rebordos erosivos bastante pronunciados e festonados (principalmente em suas vertentes voltadas para SE). Apresenta-se como superfície moderadamente dissecada. Pelo efeito do sombreamento, esta unidade pode ser definida como sendo topograficamente mais elevada, com vales encaixados e profundos.

Esta unidade se apresenta com tom de cinza mais claro que as áreas adjacentes. Este aspecto, portanto, foi de grande importância para sua delimitação.

No campo, esta unidade se apresenta como a área de relevo mais movimentado da região, como pode ser observado durante o sobrevôo na área de estudo. Apresenta-se sob a forma de relevo montanhoso, com sinais de dissecação através de vales encaixados e profundos.

Localiza-se junto à margem esquerda e direita do rio Tapajós, na porção sul do Parque, nas proximidades do igarapé da Montanha. Outra porção desta unidade aparece a oeste do rio Tapajós, nas proximidades de Uruá (Figura V.2). Esta unidade está fora do trajeto da rodovia Transamazônica.

### Unidade 4 - Superfície Dissecada em Cristas

Apresenta textura rugosa por ser uma área fortemente dissecada, com vales encaixados e amplitude lateral dos interflúvios média para pequena. É caracterizada pelo padrão de drenagem do tipo dendrítico.

Das unidades cortadas pela Transamazônica é a que se apresenta com o relevo mais movimentado, como pode ser visto através da análise da Figura V.3. Apresenta amplitude altimétrica em torno de 70 metros e altitude máxima de 160 metros, aproximadamente.

Esta área se apresenta, no campo, com uma sucessão de cristas que pode ser exemplificada na Figura V.10.



Fig. V.10 - Unidade 4, áreas dissecadas em cristas.

Pela análise da Figura V.10, pode-se verificar a presença de interflúvios estreitos que se associam a vales fortemente encaixados.

Nesta unidade, não se verifica a presença de áreas aplanadas, o que a diferencia, consideravelmente, da unidade 2 (Figura V.11).

Esta unidade encontra-se num estágio mais adiantado de dissecação, quando comparada com a unidade 3, que ainda apresenta extensas superfícies elevadas de topo aplainado. Ao se analisarem estas duas áreas, entretanto, pode-se sugerir que tenham pertencido a uma mesma unidade morfológica em tempos pretéritos. Constituem parte do Planalto Residual do Tapajós, segundo Ventura et al. (1975).

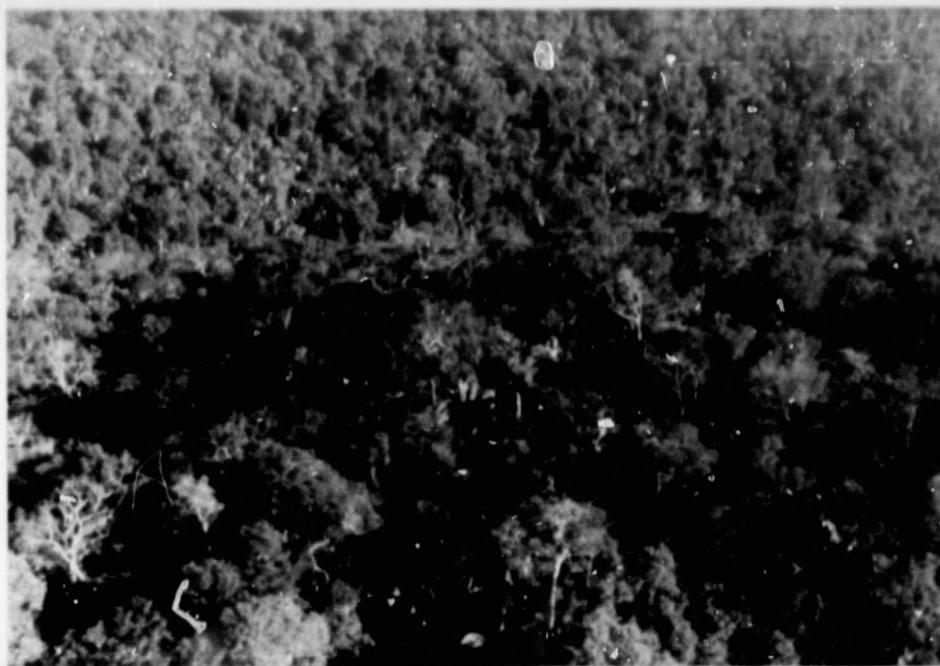


Fig. V.11 - Relevo de cristas características da unidade 4.

#### Unidade 5 - Superfície Dissecada em Colinas

E caracterizada por textura fortemente rugosa e interflúvios com pequena amplitude lateral. A sua drenagem é do tipo dendrítico multidirecional com alta frequência de canais.

As amplitudes altimétricas, para esta unidade, são pequenas, não ultrapassando 20 metros, como pode ser visto na Figura V.3. As altitudes, para esta unidade, estão em torno de 100 metros, aproximadamente.

A unidade 5 é caracterizada em toda a sua extensão pela presença de colinas alongadas ou em forma de meia laranja (Figura V.12).

Pela análise da Figura V.12, pode-se verificar a presença de vales pouco profundos e drenagem bastante ramificada.

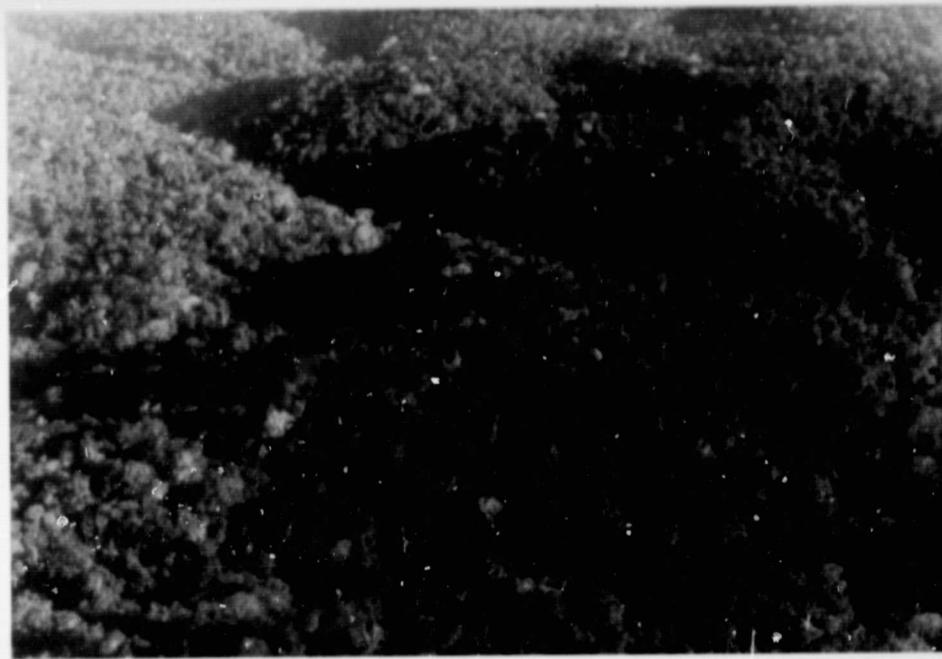


Fig. V.12 - Aspecto de relevo colinoso correspondente à unidade 5.

A maior extensão, desta unidade, localiza-se na porção norte e sudoeste do Parque (Figura V.2), formando extensas áreas colinosas. A rodovia Transamazônica corta apenas um pequeno trecho desta unidade. Pode-se notar, nesta área, a presença de colinas de topos arredondados, exemplificadas pela Figura V.13.

#### Unidade 6 - Superfície Fracamente Dissecada em Baixas Colinas

Apresenta textura moderadamente rugosa e interflúvios de amplitude lateral intermediária entre aquelas apresentadas pelas unidades 2 e 5. É caracterizada por uma drenagem do tipo dendrítico, com frequência de canais inferior àquela apresentada pela unidade 5.

A rodovia Transamazônica não atravessa esta unidade, portanto, não foi possível observá-la no trajeto de campo. Esta unidade, entretanto, foi visualizada a partir do sobrevôo na área de estudo e se encontra exemplificada na Figura V.14.



Fig. V.13 - Aspecto parcial do relevo colinoso associado à unidade 5.

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY



Fig. V.14 - Aspecto característico da unidade 6, formada por relevo de baixas colinas.

Pela análise da Figura V.14, pode-se verificar a presença de colinas em forma de meia laranja e vales pouco profundos. Verifica-se que a drenagem, nesta área, é menos densa do que a encontrada na unidade 5, resultando uma menor dissecação da área.

#### Unidade 7 - Planícies Aluviais e Terraços

Esta unidade foi diferenciada pela sua textura lisa e pela posição junto aos principais cursos d'água da área.

É constituída por terrenos planos que se apresentam em faixas ao longo de cursos d'água (Figura V.3). Caracteriza-se pela presença de aluviões recentes que são alagados periodicamente quando da ocorrência das cheias, como pode ser observado na Figura V.15.

Confrontando-se o mapa das unidades morfológicas (Figura V.2), com o mapa geológico (Figura V.1), da área de estudo, verifica-se que a maior parte das unidades morfológicas mapeadas associam-se, em linhas gerais, a diferentes unidades geológicas. Entretanto,



Fig. V.15 - Plano aluvial junto ao Rio Amanã.

algumas medidas apresentam-se coincidentes. A unidade 3 (superfície residual elevada) coincide, em linhas gerais, com a unidade geológica C. Esta unidade C foi definida como sendo constituída por basalto e diabásio, que se apresentam, na área de estudo, como formas de relevo topograficamente mais elevadas e com rebordos erosivos pronunciados em alguns setores. A unidade morfológica 5 (superfície dissecada em colinas), apresenta-se, em sua maior extensão, coincidente com a unidade geológica G (Formação Barreiras).

As demais unidades morfológicas da Figura V.2, se extenderem em diferentes unidades geológicas, contidas no mapa geológico da área de estudo (Figura V.1). Por exemplo, a unidade morfológica 4 (dissecada em cristas) se estende em terrenos de rochas do Pré-cambriano (unidades B e C da Figura V.1), como também em áreas de ocorrência de rochas sedimentares paleozóicas referentes às Formações Urupadi e Curuá (unidades D e E, respectivamente).

Da análise deste confronto, sugere-se que a ação dos processos erosivos subatuais e mesmo atuais desenvolveram, na área, formas de relevos semelhantes, em rochas diferentes. Excessão pode ser feita às áreas de ocorrência de relevo topograficamente mais elevado, em função da presença de rochas mais resistentes à ação daqueles processos.

### 5.3 - VEGETAÇÃO

Apresenta-se, na Figura V.16, o mapa de cobertura vegetal do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós), na escala de 1:250.000. Este mapa foi obtido a partir da interpretação visual das imagens MSS do LANDSAT, apresentados nesta mesma escala, e com as devidas verificações de campo.

Observou-se, durante o percurso terrestre, a existência de mata secundária às margens da rodovia Tranzamazônica (única via de acesso ao Parque), resultante do processo de desmatamento provocada pe

la construção da mesma. Devido à dificuldade de se penetrar na floresta, dado à natureza deste trabalho, não foi possível obter-se fotografias, no terreno, representativas das unidades mapeadas, nem informações muito pormenorizadas das mesmas. Nas Figuras V.17 e V.18 são apresentados exemplos típicos da mata secundária, citada no início deste parágrafo.

Na Figura V.19, que representa o trajeto percorrido durante o sobrevôo da região em estudo, estão assinalados os 62 pontos em que foram realizadas as observações, mais detalhadas, dos aspectos da vegetação. No entanto, para efeitos de descrição, só serão apresentados, neste trabalho, os pontos mais representativos de cada unidade mapeada.

Observando-se o mapa da cobertura vegetal apresentado na Figura V.16, nota-se que foram identificadas quatro unidades fisionômicas de vegetação, que serão agora descritas, a partir das suas características observadas, no campo, e nas imagens MSS do LANDSAT.

ORIGINAL PAGE IS  
OF POOR QUALITY



Fig. V.17 - Exemplo típico da floresta secundária, com predominância de embaúbas às margens da rodovia Transamazônica.



Fig. V.18 - Formação pioneira de embaúbas no traçado antigo da Transamazônica (Ponto nº 36).

Unidade 1 - Floresta Densa

Esta unidade ocupa a maior parte da área em estudo, sendo caracterizada por possuir um estrato superior uniforme, onde se intercalam espécies caducifólias e perenifólias, como pode ser observado na Figura V.20



Fig. V.20 - Aspecto típico da unidade 1 - floresta densa (Ponto nº 17).

A cobertura do solo, no terreno, é esparsa devido à pouca penetração da luz no estrato inferior, em decorrência da alta densidade de cobertura dos estratos superiores. Pode-se observar, dentro destas formações, a ocorrência de pequenas manchas de floresta aberta, com ou sem palmeiras, condicionadas pelo relevo que ocupam, conforme apresentado no exemplo da Figura V.21.

Na imagem do canal 5 do MSS, a Floresta Densa apresenta uma tonalidade de cinza escura homogênea, devido à densidade e homogeneidade da cobertura vegetal e a grande massa verde, que absorve a radiação nesta faixa espectral (0,6 a 0,7  $\mu\text{m}$ ). No canal MSS-7, essa for-

mação apresenta uma tonalidade de cinza claro, que pode ser atribuído à alta reflexão da vegetação densa nesta faixa do infravermelho proxímo (0,8 a 1,1  $\mu\text{m}$ ).

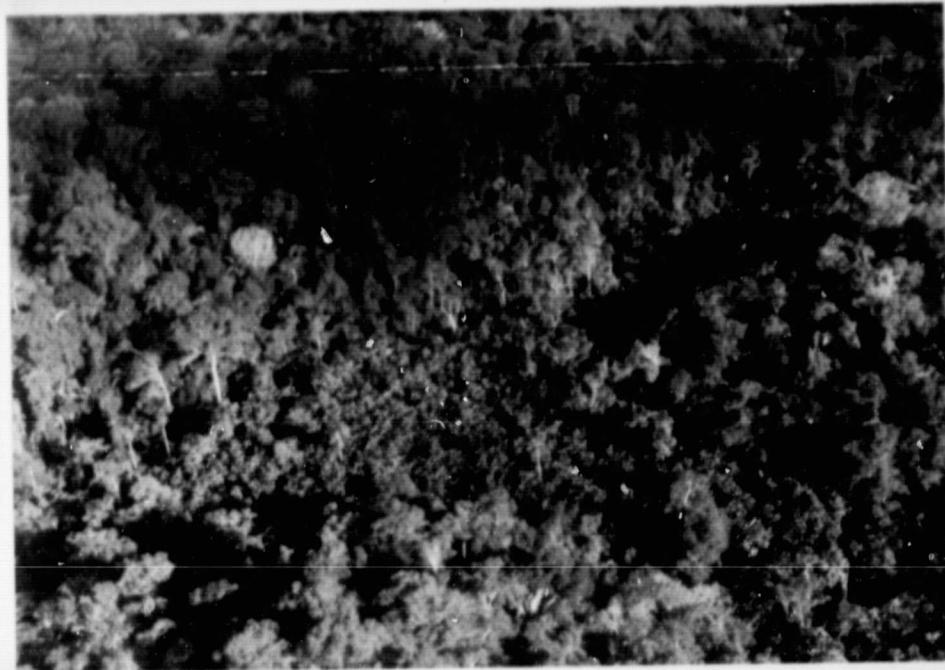


Fig. V.21 - Exemplo típico de inclusão de floresta aberta (com palmeiras) na unidade I.

#### Unidade 2 - Floresta Aberta I

É caracterizada por possuir uma cobertura vegetal heterogênea, com espécies emergentes de alto porte e esparsas apresentando manchas cobertas por trepadeiras. Há predominância de espécies perenifólias, como pode ser observado na Figura V.22.

Esta formação se apresenta, tanto na imagem do canal 5 do MSS como na do canal 7, com uma tonalidade cinza médio homogêneo.



Fig. V.22 - Aspecto típico da unidade 2 - floresta aberta I (Ponto nº 8).

#### Unidade 3 - Floresta Aberta II

Caracteriza-se por apresentar, no seu extrato superior, espécies emergentes de menor porte que a classe anterior, apresentando uma maior concentração de espécies caducifólias, como pode ser visto na Figura V.23.

Na imagem do canal 5 do MSS, esta unidade se apresenta com tonalidade de cinza médio a claro, devido à menor absorção de radiação, nesta faixa do espectro pela vegetação, que em sua maioria se encontra seca nesta época do ano, permitindo uma maior penetração da luz. No canal 7, esta unidade apresenta uma tonalidade de cinza escuro heterogêneo, devido à menor reflectância da radiação, dado ao aspecto seco de grande parte das árvores.



Fig. V.23 - Aspecto típico da unidade 3 - floresta aberta II (Ponto nº 7).

#### Unidade 4 - Floresta Aluvial

Localiza-se ao longo dos rios e sobre as ilhas de Tapajós. Apresenta-se com predominância de espécies perenifólias, tendo o seu extrato superior uniforme e, geralmente, de porte mais baixo do que a floresta de terra firme. As Figuras V.24 e V.25 mostram o aspecto geral desta vegetação.

Apresenta-se, no canal 5, com uma tonalidade cinza escuro a médio, e na imagem do canal 7, com tonalidade cinza claro homogêneo.



Fig. V.24 - Aspecto típico da unidade 4 - floresta aluvial (Ponto nº 41), ao longo do rio Amanã.



Fig. V.25 - Detalhe do mesmo tipo de vegetação, sobre as ilhas do Tapajós (Ponto nº 30).

CAPÍTULO VICONCLUSÕES6.1 - GEOLOGIA

Através da análise e interpretação dos elementos de foto interpretação das imagens LANDSAT, foi levantado e identificada, no campo, a distribuição de 7 unidades de mapeamento geológico do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós).

As unidades de mapeamento, situadas a oeste do rio Tapajós, apresentam um padrão de distribuição consideravelmente diferente daquele apresentado no mapa geológico elaborado por Santos et al. (1975). Em outras palavras, as unidades presentes em ambos os mapas não são concordantes.

Além deste fato, os falhamentos mostrados naquele mapa, não foram identificados nem nas imagens LANDSAT, nem nos mosaicos do radar, analisados pelos autores do presente trabalho.

Os dois componentes de lineamentos estruturais, representados no mapa interpretativo, obtido a partir das imagens LANDSAT, foram, também, identificados nas imagens de radar correspondentes, e no campo comprovou-se que estes lineamentos são juntas.

6.2 - GEOMORFOLOGIA

O mapeamento morfológico da área do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós) foi realizado, utilizando-se principalmente a imagem do canal 7 do MSS, na escala de 1:250.000. Os demais canais, serviram, apenas, como complementação no trabalho de identificação das unidades.

O principal aspecto da imagem do canal 7 do MSS, utilizado para a separação das diferentes unidades morfológicas, foi a textura.

A partir da interpretação visual dessas imagens e os trabalhos de verificação de campo, foi possível a definição de 7 unidades de mapeamento, que podem ser reunidos em três conjuntos de formas:

- 1) superfícies residuais topograficamente mais elevadas e com dissecção em cristas;
- 2) superfícies dissecadas em baixas colinas;
- 3) superfícies aplainadas constituídas de amplos interflúvios suvizados.

#### 6.3 - VEGETAÇÃO

A partir dos resultados obtidos através da análise visual dos dados multiespectrais, principalmente aqueles referentes aos canais 5 e 7 do MSS, apresentados na forma de imagens fotográficas preto e branco na escala de 1:250.000, e dos trabalhos de verificação de campo, foram identificadas quatro unidades fisionômicas de vegetação no Parque Nacional da Amazônia (Tapajós).

O principal aspecto das imagens, principalmente do canal 5 do MSS, utilizado para a separação dessas unidades de mapeamento, foi a tonalidade.

A dificuldade de acesso à maior parte das áreas do Parque, durante os trabalhos de verificação de campo, impediu um maior de talhamento deste trabalho.

#### 5.4 - GERAL

Este estudo serviu para mostrar a aplicabilidade da utilização das imagens LANDSAT para estudos integrados de Parques Nacionais. No entanto, dada a sua atual limitação de escala, os seus resultados, serviram apenas como uma primeira aproximação para o levantamento dos seus recursos naturais.

Os trabalhos de verificação de campo, imprescindíveis para a definição das unidades de mapeamento, foram muito limitados, dada à dificuldade de acesso à maioria das áreas e à falta de uma infraestrutura adequada à realização dos mesmos. Com relação a este aspecto, deve-se ressaltar a importância da etapa de sobrevôo para este levantamento de campo, principalmente com relação ao aspecto de cobertura vegetal e morfologia.

Finalmente, deve-se ressaltar que este estudo serviu para mostrar, principalmente, a grande potencialidade dessas imagens para o controle dos Parques Naturais, dado à sua periodicidade.

CAPÍTULO VIIAGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos aos Engenheiros Florestais Margô Guadalupe Antônio, e Paulo Alceu Griege e ao Geólogo Eduardo Lourenço Rocha Porto, Técnicos do IBDF, por suas contribuições na fase de planejamento e execução da verificação de campo.

BIBLIOGRAFIA

ALLUM, J.A.E. *Photogeology and Regional Mapping*. London, Pergamon Press, 1966.

BILLINGS, M.P. *Structural Geology*. 2. ed. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1954.

BONN, F.J. Ground truth measurements for thermal infrared remote sensing. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43(8) : 1001 - 1007, Aug., 1977.

CARRARO, C.C.; LIU, C.C.; YAMAGATA, S.K. *Interpretação geológica da região do Alto Médio São Francisco, baseada nas imagens MSS do ERTS-1*. São José dos Campos, INPE, dez., 1975. (INPE-790-TPT/018).

CURTIS, L.F.; HOOPER, A.J. Ground-truth measurements in relations of aircraft and satellite studies of agricultural land use and land classification in Britain. In: *European Earth-Resources Satellite Experiments: Symposium held at Frascati, Italia, Jan. 28 - Fev. 1, 1974. Proceedings*. p. 405-415

DRAEGER, W.C.; CARNEGIE, D.M. Test procedures for remote-sensing data. *Photogrammetric Engineering*, 40(2) : 175-182, Feb., 1974.

EDWARDS, D. Remote sensing in the evaluation of the natural vegetation resources of South Africa. In: *Symposium on Remote Sensing*, Pretoria, 1972. Proceedings. p. 99-102.

HERNANDEZ FQ, P.; SHIMABUKURO, Y.E. *Estabelecimento de metodologia para avaliação de povoamentos florestais artificiais, utilizando-se dados de LANDSAT*. Tese de mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, 1978. (INPE-1271-TPT/089).

HOBBS, W.H. *Earth features and their meaning*. New York, Mac Millan, 1912.

HOFFER, R.M.; HOLMES, R.A.; SHAY, J.R. Vegetative, soil, and photographic factors affecting tone in agricultural remote multi-spectral sensing. In: *Symposium on Remote Sensing of Environment*, 4., Ann Arbor, 1966. Proceedings. p. 115-134

IBDF. Análise da unidade de conservação. In: \_\_\_\_\_. *Plano de Manejo. Parque Nacional da Amazônia (Tapajós)*. Brasília, 1978. Cap. 2, p. 44-60.

KALENSKY, Z.; WILSON, D.A. Spectral signature of forest fress. In: *Canadian Symposium on Remote Sensing*, 3., Edmonton, Alberto, 1975. Proceedings. P. 155-171

LIU, C.C. *Geology of the area "Senhor do Bonfim" based on SLAR mosaic interpretation*. São José dos Campos, INPE, jan., 1973 (INPE-278-RI/67).

\_\_\_\_\_. *Radar geological observations of the low hilly terrain amidst Piauí, Pernambuco and Bahia State, Brazil*. São José dos Campos, INPE, abr., 1973. (INPE-336-RI/112).

\_\_\_\_\_.; MENEZES, P.R.; MACHADO Fº, L.; RIBEIRO, M.W.; OLIVEIRA, J.A.D. *de. Geologia do Estado do Rio de Janeiro, baseada em imagens MSS do LANDSAT-1*. São José dos Campos, INPE, out., 1976. (INPE-947-PE/040).

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; PARADELLA, W.R. *Sensoriamento Remoto na região sudeste do Estado de São Paulo: Proposição de uma metodologia para interpretação geológica com imagens SLAR*. São José dos Campos, INPE, abr., 1979. (INPE-1461-NTE/148).

MAXWELL, E.L. Application of ERTS to rangeland management. In: SHAKROKHI, F., ed. *Remote sensing of earth resources*. Tullahoma, University of Tennessee, 1975. V. 4, p. 105-135

MEIS, M.R.M. Considerações geomorfológicas sobre o médio Amazonas. *Revista Brasileira de Geologia*, 30(2) : 20-30, abr./jun., 1978.

MENEZES, P.R.; PARADELLA, W.R. Síntese geológica preliminar da parte sul do Espírito Santo. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, São José dos Campos, 1978. Anais. (no prelo).

MORAIS, E.M.L.; LEITE, M.A.N.G. Mapeamento fotogeomorfológico através de imagens do LANDSAT-1. São José dos Campos, INPE, jul., 1975. (INPE-715-NTE/017).

MYERS, U.I.; ALLEN, W.A. Electrooptical remote sensing methods as non destructive testing and measuring techniques in agriculture. *Applied Optics*, 7(9) : 1819-1838, sept., 1968.

NIMER, E. A conservação da natureza ante a exploração econômica da Amazônia. *Revista Brasileira de Geografia*, 37(2) : 44-76, abr./jun., 1975.

PENTEADO, M.M. *Fundamentos de geomorfologia*. 2. ed. Rio de Janeiro, IBGE, 1978.

RAY, R.G. *Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento geológicos*, trad. de Jesuíno Felicíssimo Jr. São Paulo, IGG, 1963. (U.S. Geological Survey Professional Paper, 373).

RICCI, M.; PETRI, S. *Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica*. São Paulo, Editora Nacional, 1965.

SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M. Avaliação do uso de dados do LANDSAT-1 na implantação, controle e acompanhamento de projetos agropecuários no sudoeste da Amazônia Legal. Tese de mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, 1977. (INPE-1044-TPT/056).

SANTOS, D.S. dos; FERNANDES, P.E.C.A.; DREHER, A.M.; CUNHA, F.M.B. da; BASEI, M.A.S.; TEIXEIRA, I.B.G. Geologia de parte da folha SB-21 Tapajós. In: BRASIL-CNDM. Projeto RADAM. *Folha SB-21 Tapajós; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da Terra*. Rio de Janeiro, 1975. p. 117-160. (Levantamento de Recursos Naturais, 7).

SCHRUMPF, B.J. Natural vegetation inventory. In: *Symposium on significant results obtained from the earth resources technology satellite-2: Symposium held in New Carrelton, Goddard Space Flight Center, mar. 5-9, 1973. Proceedings. v. 1, sec. A., p. 59-66.*

SIEGAL, B.S.; GOETZ, A.F.H. Effect of vegetation on rock and soil type discrimination. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43(2) : 191-196, Feb., 1977.

SIMONETT, D.S. Quantitative data extraction and analysis of remote sensor images. In: *ESTES, J.E.; SENGER, L.W. Remote Sensing: techniques for environmental analysis*. Santa Bárbara, Hamilton, 1974. p. 51-81.

TARDIN, A.T.; SANTOS, A.P. dos; MORAES, E.M.L. de; TOLEDO, F.L.; ARAUJO, P. *Relatório de Trabalho de Campo de NE do Mato Grosso com Apoio na Utilização de Imagens LANDSAT no Monitoramento de Uso da Terra*. São José dos Campos, INPE, mar., 1976. (INPE-837-RVi-1009).

TUELLER, P.T.; LORAIN, G. ERTS-1 evaluation of natural resources management applications in the Great Basin. In: *Symposium on Significant Results obtained from the Earth Resources Technology satellite-1: Symposium held in New Carrollton, Goddard Space Flight Center, mar. 5-9, 1973. Proceedings. V.1, Sec. A, p. 77-78.*

VALÉRIO FQ, M.; HIGA, N.T.; CARVALHO, V.C. de. *Avaliação das imagens orbitais (LANDSAT-1) como base para o levantamento de solos*. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, 1976. (INPE-912-TPT/030).

VENTURA, L.M.; D'ÁVILA, L.M.; BARBOSA, G.V. *Geomorfologia da Folha SB-21 Tapajós*. In: BRASIL-DNPM. Projeto RADAM. *Folha SB-21 Tapajós; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro, 1975. p. 117-160. (Levantamento de Recursos Naturais, 7).

WILLIAMS, D.L; COINER, J.C. Utilization of LANDSAT imagery for  
mapping vegetation on the millionth scale. In: *NASA-Earth Resources  
Survey Symposium*, Houston, 1975. Proceedings. V. 1, sec. A, p. 53-  
65.